

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-031371

(43)Date of publication of application : 31.01.2003

(51)Int.Cl.

H05B 33/22

H05B 33/14

(21)Application number : 2001-216944

(71)Applicant : MITSUBISHI CHEMICALS CORP

(22)Date of filing : 17.07.2001

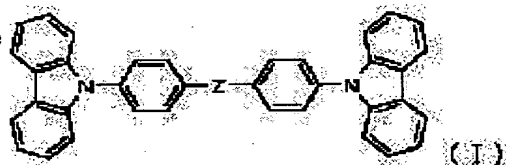
(72)Inventor : SATO HIDEKI  
SATO YOSHIHARU  
ICHINOSAWA AKIKO

## (54) ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT AND BLUE LIGHT EMITTING ELEMENT

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To fully ensure the drive stability of an element in an organic electroluminescent element and to provide the element with high color purity.

**SOLUTION:** This organic electroluminescent element has a luminescent layer clamped between an anode and a cathode, on a substrate, and a hole blocking layer on the cathode side interface of the luminescent layer. The hole blocking layer contains a compound expressed by a general formula (I). In the formula (I), a carbazolyl group and a phenylene group may have an arbitrary substituent, and Z shows a divalent linkage group.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-31371

(P2003-31371A)

(43) 公開日 平成15年1月31日 (2003.1.31)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 5 B 33/22

33/14

識別記号

F I

H 0 5 B 33/22

33/14

ターマコード<sup>\*</sup>(参考)

B 3 K 0 0 7

D

B

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2001-216944(P2001-216944)

(22) 出願日 平成13年7月17日 (2001.7.17)

(71) 出願人 000005968

三菱化学株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番2号

(72) 発明者 佐藤 秀樹

神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1000番地

三菱化学株式会社内

(72) 発明者 佐藤 佳晴

神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1000番地

三菱化学株式会社内

(74) 代理人 100086911

弁理士 重野 剛

最終頁に続く

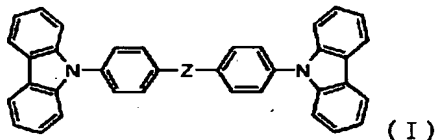
(54) 【発明の名称】 有機電界発光素子及び青色発光素子

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 有機電界発光素子において、素子の駆動安定性を十分に確保すると共に、色純度の良好な素子を提供する。

【解決手段】 基板上に、陽極および陰極により挟持された発光層を有し、発光層の陰極側の界面に正孔阻止層を有する有機電界発光素子。正孔阻止層は、下記一般式

(I) で表わされる化合物を含有する。



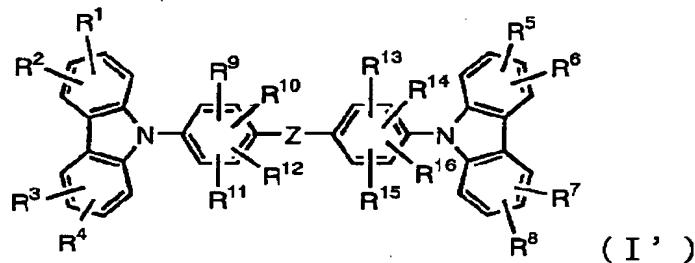
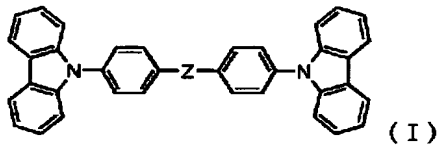
( ( I ) 式中、カルbazolリル基およびフェニレン基は任意の置換基を有していてもよい。Zは2価の連結基を示す。)

(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に、陽極および陰極に挟持された発光層を有し、該発光層の該陰極側の界面に接して正孔阻止層が設けられた有機電界発光素子において、該正孔阻止層が、下記一般式（I）で表わされる化合物を含むことを特徴とする有機電界発光素子。

## 【化1】

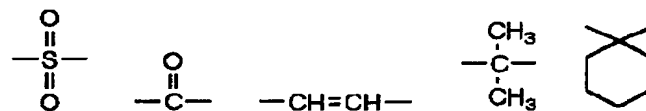


（（I'）式中、R<sup>1</sup>～R<sup>16</sup>は各々独立に、水素原子、ハロゲン原子、アルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シアノ基、アミノ基、アシル基、アルコキシカルボニル基、カルボキシ基、アルコキシ基、アルキルアミノ基、アラルキルアミノ基、ハロアルキル基、水酸基、アリーロキシ基、置換基を有していてもよい芳香族炭化水素環基または芳香族複素環基を表し、R<sup>1</sup>とR<sup>2</sup>、R<sup>\*</sup>

\*3とR<sup>4</sup>、R<sup>5</sup>とR<sup>6</sup>、R<sup>7</sup>とR<sup>8</sup>、R<sup>9</sup>とR<sup>10</sup>、R<sup>11</sup>とR<sup>12</sup>、R<sup>13</sup>とR<sup>14</sup>、R<sup>15</sup>とR<sup>16</sup>はそれぞれ結合して環を形成してもよい。Zは2価の連結基を示す。）

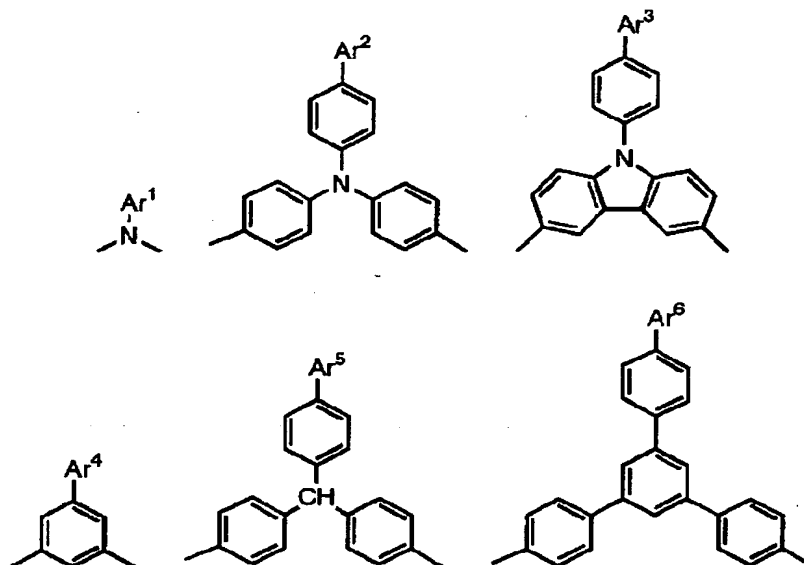
【請求項3】 一般式（I）または（I'）におけるZが、以下に示す連結基、

## 【化3】



置換基を有してもよい2価の芳香族炭化水素環基または芳香族複素環基、或いは、以下の連結基

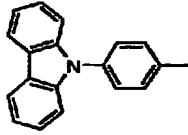
## 【化4】



(3)

(上記各構造中のベンゼン環部分は、いずれも任意の置換基を有していてもよく、また式中、 $Ar^1 \sim Ar^6$ は置換基を有していてもよい芳香族炭化水素環基または芳香族複素環基、或いは、以下に示す一般式 (II)

【化5】

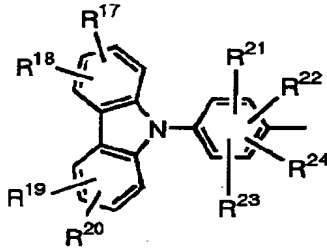


(II)

で表される基のいずれかである。なお、式 (II) 中、カルバゾリル基およびフェニレン基は任意の置換基を有していてもよい。) のいずれかで表される構造であることを特徴とする請求項1または2に記載の有機電界発光素子。

【請求項4】 一般式 (II) で表される構造が、下記一般式 (II') で表される構造であることを特徴とする請求項3に記載の有機電界発光素子。

【化6】



(II')

( (II') 式中、 $R^{17} \sim R^{24}$ は各々独立に、水素原子、ハロゲン原子、アルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シアノ基、置換基を有していてもよいアミノ基、アシル基、アルコキシカルボニル基、カルボキシル基、アルコキシ基、アルキルアミノ基、アラルキルアミノ基、ハロアルキル基、水酸基、アリールオキシ基、置換基を有していてもよい芳香族炭化水素環基または芳香族複素環基を表し、 $R^{17}$ と $R^{18}$ 、 $R^{19}$ と $R^{20}$ 、 $R^{21}$ と $R^{22}$ 、 $R^{23}$ と $R^{24}$ はそれぞれ結合して環を形成してもよい。)

【請求項5】 該正孔阻止層のイオン化ポテンシャルが発光層のイオン化ポテンシャルより0.1eV以上大きいことを特徴とする請求項1ないし4のいずれか1項に記載の有機電界発光素子。

【請求項6】 該正孔阻止層と陰極との間に電子輸送層を有することを特徴とする請求項1ないし5のいずれか1項に記載の有機電界発光素子。

【請求項7】 該発光層と陽極との間に正孔輸送層を有すること特徴とする請求項1ないし6のいずれか1項に記載の有機電界発光素子。

【請求項8】 請求項1ないし7のいずれか1項に記載の有機電界発光素子よりなる青色発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

4

【発明の属する技術分野】本発明は有機電界発光素子及び青色発光素子に関するものであり、詳しくは、有機化合物から成る発光層に電界をかけて光を放出する薄膜型デバイスに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、薄膜型の電界発光 (EL) 素子としては、無機材料のII-VI族化合物半導体であるZnS、CaS、SrS等に、発光中心であるMnや希土類元素 (Eu、Ce、Tb、Sm等) をドーブしたものが一般的であるが、上記の無機材料から作製したEL素子は、

- 1) 交流駆動が必要 (50~1000Hz)、
  - 2) 駆動電圧が高い (~200V)、
  - 3) フルカラー化が困難 (特に青色)、
  - 4) 周辺駆動回路のコストが高い、
- という問題点を有している。

【0003】しかし、近年、上記問題点の改良のため、有機薄膜を用いたEL素子の開発が行われるようになった。特に、発光効率を高めるため、電極からのキャリア注入の効率向上を目的として電極の種類の最適化を行い、芳香族ジアミンから成る正孔輸送層と8-ヒドロキシキノリンのアルミニウム錯体から成る発光層とを設けた有機電界発光素子の開発 (Appl. Phys. Lett., 51巻, 913頁, 1987年) により、従来のアントラセン等の単結晶を用いたEL素子と比較して発光効率の大幅な改善がなされている。また、例えば、8-ヒドロキシキノリンのアルミニウム錯体をホスト材料として、クマリン等のレーザ一用蛍光色素をドーブすること (J. Appl. Phys., 65巻, 3610頁, 1989年) で、発光効率の向上や発光波長の変換等も行われており、実用特性に近づいている。

【0004】上記の様な低分子材料を用いた電界発光素子の他にも、発光層の材料として、ポリ (p-フェニレンビニレン)、ポリ [2-メトキシ-5-(2-エチルヘキシルオキシ)-1,4-フェニレンビニレン]、ポリ (3-アルキルチオフェン) 等の高分子材料を用いた電界発光素子の開発や、ポリビニルカルバゾール等の高分子に低分子の発光材料と電子移動材料を混合した素子の開発も行われている。

【0005】有機電界発光素子をフラットパネル・ディスプレイの分野に応用する際の大きな課題の一つとして、駆動安定性の向上が挙げられる。特に低分子材料を積層させてなる有機電界発光素子において、青色素子の寿命が他の発光色と比較して短いことが問題となっている。青色発光素子は発光色として青色を必要とするドットマトリックス型フルカラー表示素子の他、白色発光素子にも必要であり、その長寿命化は実用化において必須の課題となっている。

【0006】また、小型文字表示素子への応用という点では、主として、単純マトリクス駆動法が採用される。この方法では、高デューティ比で素子を極めて短時間で発光させるため、素子に発生する熱に対しては有利であ

(4)

5

るが、非常に高輝度で発光させる必要があり、そのため寿命低下が促進されるという問題がある。

【0007】これまでに報告されている有機電界発光素子では、基本的には正孔輸送層と電子輸送層との組み合わせにより発光を得ている。この素子では、陽極から注入された正孔は正孔輸送層を移動し、陰極から注入されて電子輸送層を移動してくる電子と、両層の界面近傍で再結合し、正孔輸送層および／または電子輸送層を励起させて発光させるのが原理である。近年では正孔輸送層と電子輸送層との間に発光層を設けることにより、発光効率を向上させている素子が一般的である。

【0008】さらに、発光層中での励起子生成を促進させ、発光の高効率化と発光色の高純度化を目的に、発光層と電子輸送層との間に正孔阻止層を設けることがある。特に、青色発光素子では一般的である。これらの正孔阻止層に関して、発光層と陰極との間に設けられる、発光層のイオン化ポテンシャルよりも0.1 eV以上大きなイオン化ポテンシャルを有する正孔阻止層として、トリス(5,7-ジクロル-8-ヒドロキシキノリン)アルミニウム(特開平2-195683号公報)や、シラシクロペンタジェン(特開平9-87616号公報)よりなる正孔阻止層を設けた素子が提案されているが、駆動安定性は十分ではなかった。この駆動劣化の要因としては、材料のガラス転移温度(T<sub>g</sub>)が低い事由来する熱劣化や、電子や正孔の注入により材料が還元・酸化されてしまう電気化学的要因などが考えられている。

【0009】有機電界発光素子において、高発光効率かつ安定な素子を作製するためには、陰極から注入された電子を効率よく発光層に輸送すること、および、発光層を通過する正孔を阻止することが必要であり、そのための素子構造および材料に対して、更なる改良検討が望まれていた。

【0010】なお、特開平8-60144号公報には、4,4'-ジ(N-カルbazolil)ビフェニルを含む層を、陰極界面層として用いた有機電界発光素子が記載されているが、N-フェニルカルbazolil基を有する特定構造の化合物が優れた正孔阻止作用を有することは、何ら記載されていない。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、陰極から注入された電子を効率よく発光層に輸送することができ、また、発光層を通過する正孔を確実に阻止することができ、しかも耐熱劣化や電気化学的安定性にも優れた正孔阻止層を有し、従って、目的とする発光色を高い色純度で高効率に発光することが可能であり、更には駆動安定性にも優れた有機電界発光素子及び青色発光素子を提供することを目的とする。

【0012】

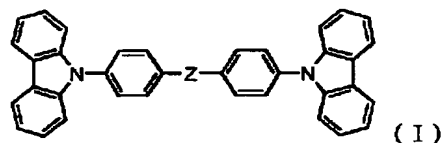
【課題を解決するための手段】本発明の有機電界発光素子は、基板上に、陽極および陰極に挟持された発光層を

6

有し、該発光層の該陰極側の界面に接して正孔阻止層が設けられた有機電界発光素子において、該正孔阻止層が、下記一般式(I)で表わされる化合物を含むことを特徴とする。

【0013】

【化7】



【0014】(式中、カルbazolil基およびフェニレン基は任意の置換基を有していてもよく、また該置換基同士が結合し、カルbazolil基またはフェニレン基に縮合する環を形成していてもよい。Zは2価の連結基を示す。)

【0015】本発明の青色発光素子は、このような本発明の有機電界発光素子よりなるものである。

【0016】即ち、本発明者らは、上記目的を達成すべく鋭意検討した結果、正孔阻止層の材料として、上記特定の化合物を用いることで本発明の目的を達成し得ることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0017】本発明の青色発光素子は、このような本発明の有機電界発光素子よりなるものである。

【0018】正孔阻止層を構成する材料は、発光層中の発光に寄与する物質のイオン化ポテンシャル(後述するように、発光層がホスト材料とドーパントを含んでいる場合には、ホスト材料のイオン化ポテンシャル)よりも0.1 eV以上大きなイオン化ポテンシャルを有することが好ましい。また、安定な薄膜形状を与え、高いガラス転移温度(T<sub>g</sub>)を有し、電子を効率よく輸送することができる化合物であることが必要である。さらに電気化学的かつ化学的に安定であり、トラップとなったり発光を消光したりする不純物が製造時や使用時に発生しにくい化合物であることが要求される。

【0019】前記一般式(I)で表されるN-フェニルカルbazolil骨格を有する化合物であれば、このような要求特定をすべて満たし、従って、目的とする発光色を高い色純度で高効率に発光することが可能であり、更には駆動安定性にも優れた有機電界発光素子を実現することができる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の有機電界発光素子及び青色発光素子の実施の形態を詳細に説明する。

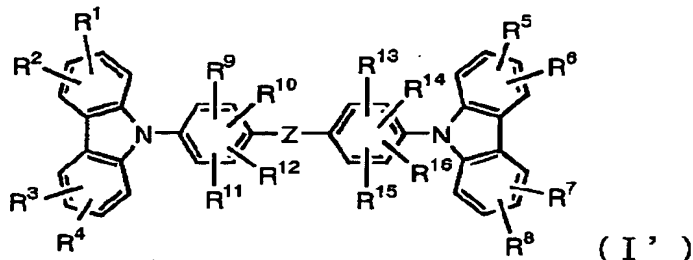
【0021】まず、本発明の有機電界発光素子において、正孔阻止層を構成する前記一般式(I)で表される化合物について説明する。

【0022】前記一般式(I)で表される化合物は、そのカルbazolil基および／またはフェニレン基上に任意の置換基を有していてもよいが、その置換基としては、

(5)

本発明の基本特性に悪影響を及ぼさないものであれば、どのような置換基でもかまわない。また、該置換基同士で環を形成していてもよい。

【0023】前記一般式(I)で表される化合物は、好\*



【0025】(I')式中、R<sup>1</sup>~R<sup>16</sup>は各々独立に、水素原子、ハロゲン原子、アルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シアノ基、アミノ基、アシル基、アルコキシカルボニル基、カルボキシ基、アルコキシ基、アルキルアミノ基、アラルキルアミノ基、ハロアルキル基、水酸基、アリーロキシ基、置換基を有していてもよい芳香族炭化水素環基または芳香族複素環基を表し、R<sup>1</sup>とR<sup>2</sup>、R<sup>3</sup>とR<sup>4</sup>、R<sup>5</sup>とR<sup>6</sup>、R<sup>7</sup>とR<sup>8</sup>、R<sup>9</sup>とR<sup>10</sup>、R<sup>11</sup>とR<sup>12</sup>、R<sup>13</sup>とR<sup>14</sup>、R<sup>15</sup>とR<sup>16</sup>はそれぞれ結合して環を形成してもよい。Zは2価の連結基を示す。) 20

【0026】(I')式中のR<sup>1</sup>~R<sup>16</sup>として、具体的には水素原子；塩素原子、フッ素原子などのハロゲン原子；メチル基、エチル基等の炭素数1~6のアルキル基；ベンジル基等のアラルキル基；ビニル基等の炭素数2~6のアルケニル基；シアノ基；アミノ基；アシル基；メトキシカルボニル基、エトキシカルボニル基等の炭素数2~6のアルコキシカルボニル基；カルボキシ基；メトキシ基、エトキシ基等の炭素数1~6のアルコキシ基；ジエチルアミノ基、ジイソプロピルアミノ基等のジアルキルアミノ基；ジベンジルアミノ基、ジフェネチルアミノ基などのジアラルキルアミノ基；トリフルオロメチル基等のα-ハロアルキル基；水酸基；フェノキシ基、ベンジルオキシ基などのアリーロキシ基；置換※

\*ましくは下記一般式(I')で表される。

【0024】

【化8】

※基を有していてもよいフェニル基、ナフチル基等の芳香族炭化水素環基；置換基を有していてもよいチエニル基、ピリジル基等の芳香族複素環基が挙げられる。

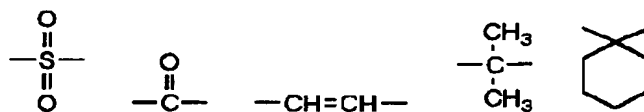
【0027】前記芳香族炭化水素環基および芳香族複素環基が有し得る置換基としては、フッ素原子等のハロゲン原子；メチル基、エチル基等の炭素数1~6のアルキル基；ビニル基等の炭素数2~6のアルケニル基；メトキシカルボニル基、エトキシカルボニル基等の炭素数2~6のアルコキシカルボニル基；メトキシ基、エトキシ基等の炭素数1~6のアルコキシ基；フェノキシ基、ベンジルオキシ基などのアリーロキシ基；ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基等のアルキルアミノ基；アセチル基等のアシル基；トリフルオロメチル基等のハロアルキル基；シアノ基などが挙げられる。

【0028】なお、R<sup>1</sup>とR<sup>2</sup>、R<sup>3</sup>とR<sup>4</sup>、R<sup>5</sup>とR<sup>6</sup>、R<sup>7</sup>とR<sup>8</sup>、R<sup>9</sup>とR<sup>10</sup>、R<sup>11</sup>とR<sup>12</sup>、R<sup>13</sup>とR<sup>14</sup>、R<sup>15</sup>とR<sup>16</sup>はそれぞれ結合し、ベンゼン環、シクロヘキサン環等の5~7員環を形成してもよい。 30

【0029】R<sup>1</sup>ないしR<sup>16</sup>として特に好ましいのは、水素原子、アルキル基、またはシアノ基である。

【0030】一般式(I)または(I')におけるZとして、好ましくは以下に示す連結基、

【化9】



置換基を有していてもよい2価の芳香族炭化水素環基または芳香族複素環基、または、以下の連結基のいずれかが挙げられる。

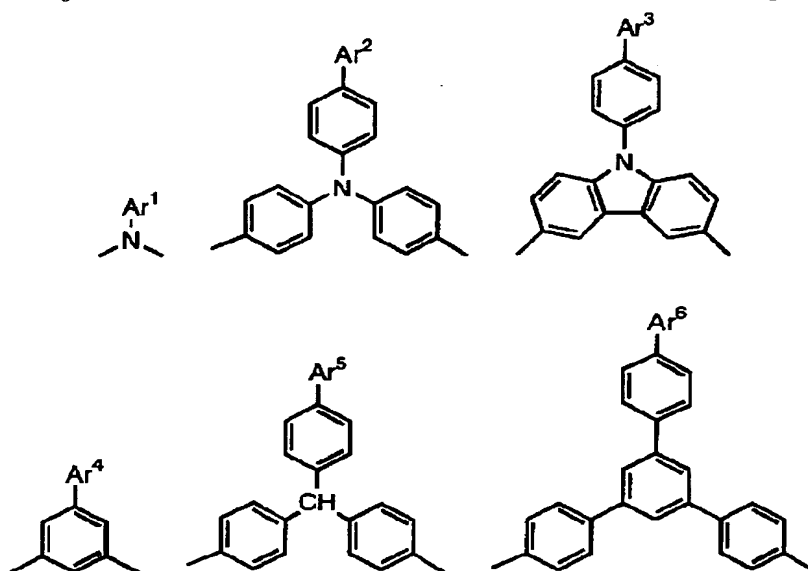
【0031】

【化10】

(6)

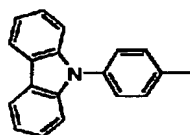
9

10



【0032】（上記構造中のベンゼン環部分は、いずれも任意の置換基を有していてもよく、また $Ar^1 \sim Ar^6$ は置換基を有していてもよい芳香族炭化水素環基または芳香族複素環基、または以下の一般式（II）で表される基が挙げられる。

【化11】



(II)

なお、式（II）中におけるカルバゾリル基およびフェニレン基は、任意の置換基を有していてもよい。）

【0033】一般式（I）または（I'）におけるZの芳香族炭化水素環基としては、例えばフェニレン基、ナフチレン基、アントラセン基、ナフタセン基等、5または6員環の単環または2～4縮合環が挙げられる。Zの芳香族複素環基としては、例えばチオフェン基、フラン基、ピリジン基、ピリミジン基、キノリン基等、5または6員環の単環または2～3縮合環が挙げられる。

【0034】これらの芳香族炭化水素環基および芳香族複素環基はいずれも置換基を有していてもよく、該置換\*

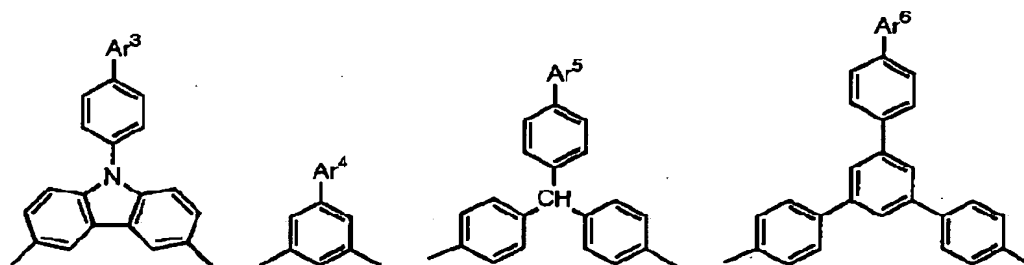
\*基としては、例えばメチル基、エチル基等の炭素数1～6のアルキル基、フッ素原子等のハロゲン原子、トリフルオロメチル基等の炭素数1～6の $\alpha$ -ハロアルキル基等が挙げられる。

【0035】 $Ar^1 \sim Ar^6$ としては、フェニル基、ナフチル基、アントラニル基、ナフタセン基等の、5または6員環の単環または2～4縮合環である芳香族炭化水素環基、チエニル基、フリル基、ピリジル基、ピリミジル基、キノリル基等の、5または6員環の単環または2～3縮合環である芳香族複素環基が挙げられる。これらはいずれも、メチル基、エチル基等の炭素数1～6のアルキル基、フッ素原子等のハロゲン原子、トリフルオロメチル基等の炭素数1～6の $\alpha$ -ハロアルキル基等の置換基を有していても良い。

【0036】一般式（I）または（I'）におけるZは、正孔阻止性の観点から、置換基を有していてもよいフェニレン基、ナフチレン基、アントラセン基、チオフェン基、フラン基、または、以下の連結基のいずれかであることが、さらに好ましい。

【0037】

【化12】

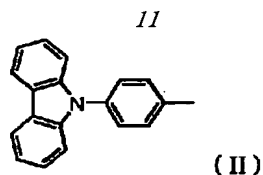


【0038】（上記各構造中のベンゼン環部分は、いずれも任意の置換基を有していてもよく、また、 $Ar^3 \sim Ar^6$ は置換基を有していてもよい芳香族炭化水素環基

または芳香族複素環基、または以下に示す式（II）

【化13】

(7)

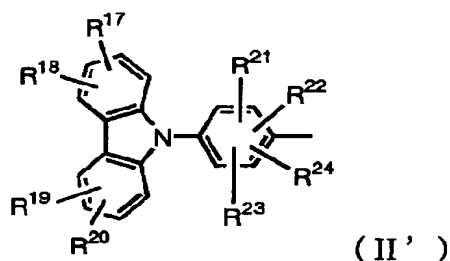


で表される基のいずれかである。なお、式 (II) 中におけるカルバゾリル基およびフェニレン基は、任意の置換基を有していてもよい。) )

【0039】さらに、式 (II) で表される構造は、好ましくは下記式 (II') で表される。

【0040】

【化14】



【0041】( (II') 式中、R<sup>17</sup>~R<sup>24</sup>は各々独立に、水素原子、ハロゲン原子、アルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シアノ基、置換基を有していてもよいアミノ基、アシル基、アルコキシカルボニル基、カルボキシ基、アルコキシ基、アルキルアミノ基、アラルキルアミノ基、ハロアルキル基、水酸基、アリールオキシ基、置換基を有していてもよい芳香族炭化水素環基または芳香族複素環基を表し、R<sup>17</sup>とR<sup>18</sup>、R<sup>19</sup>とR<sup>20</sup>、R<sup>21</sup>とR<sup>22</sup>、R<sup>23</sup>とR<sup>24</sup>はそれぞれ隣接する置換基同士で環を形成してもよい。)

【0042】上記 (II') 式において、R<sup>17</sup>~R<sup>24</sup>として、具体的には、水素原子；ハロゲン原子；メチル基、エチル基等の炭素数1~6のアルキル基；ベンジル基等のアラルキル基；ビニル基等の炭素数2~6のアルケニル基；シアノ基；アミノ基；アシル基；メトキシカルボニル基、エトキシカルボニル基等の炭素数2~6のアルコキシカルボニル基；カルボキシ基；メトキシ基、エトキシ基等の炭素数1~6のアルコキシ基；ジエチルアミノ基、ジイソプロピルアミノ基等のジアルキルアミノ基；ジベンジルアミノ基、ジフェネチルアミノ基などのジアルキルアミノ基；トリフルオロメチル基等のα-ハロアルキル基；水酸基；フェノキシ基、ベンジルオキシ基などのアリールオキシ基；置換基を有していてもよいフェニル基、ナフチル基等の芳香族炭化水素環基；置換基を有していてもよいチエニル基、ピリジル基等の芳香族複素環基が挙げられる。

【0043】前記芳香族炭化水素環基および芳香族複素環基が有し得る置換基としては、フッ素原子等のハロゲン原子；メチル基、エチル基等の炭素数1~6のアルキル基；ビニル基等の炭素数2~6のアルケニル基；メト

12

キシカルボニル基、エトキシカルボニル基等の炭素数2~6のアルコキシカルボニル基；メトキシ基、エトキシ基等の炭素数1~6のアルコキシ基；フェノキシ基、ベンジルオキシ基などのアリールオキシ基；ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基等のジアルキルアミノ基、アセチル基等のアシル基；トリフルオロメチル基等のハロアルキル基；シアノ基などが挙げられる。

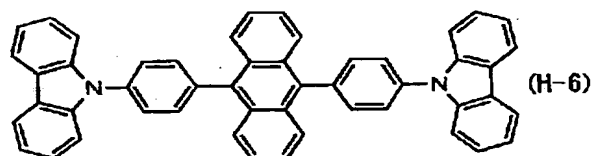
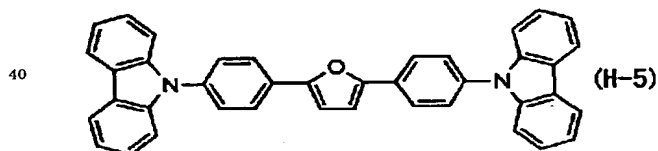
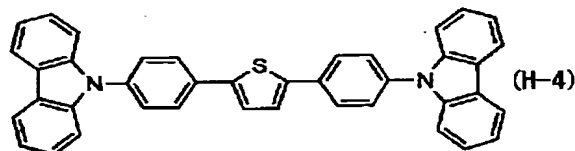
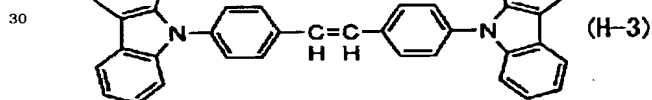
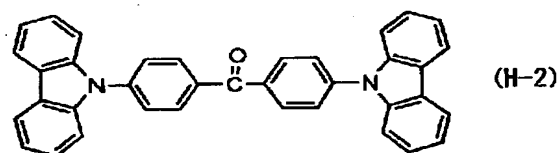
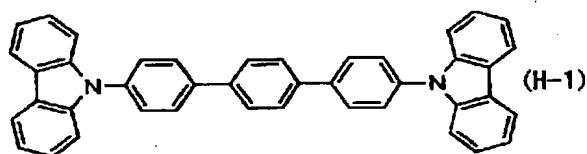
【0044】なおR<sup>17</sup>とR<sup>18</sup>、R<sup>19</sup>とR<sup>20</sup>、R<sup>21</sup>とR<sup>22</sup>、R<sup>23</sup>とR<sup>24</sup>はそれぞれ結合して、ベンゼン環やシクロヘキサン環などの5~7員環を形成してもよい。

【0045】R<sup>17</sup>ないしR<sup>24</sup>として特に好ましいのは、水素原子、アルキル基、またはシアノ基である。

【0046】前記一般式 (I) で表わされる化合物の好ましい具体例を以下に示すが、これらに限定するものではない。

【0047】

【化15】



【0048】

【化16】

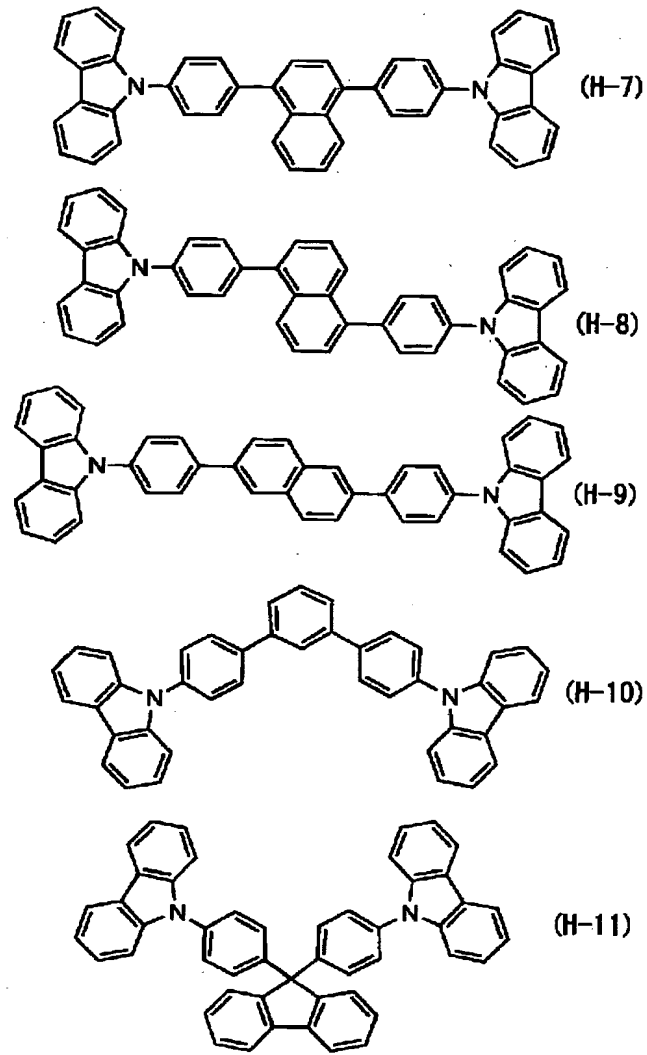
50



(8)

13

14



【0049】

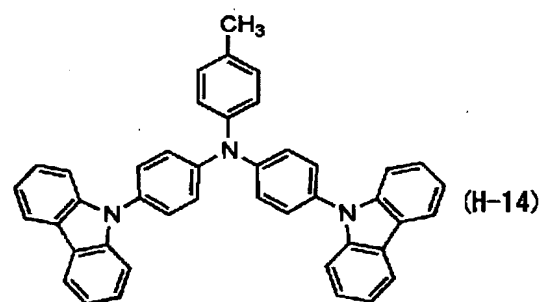
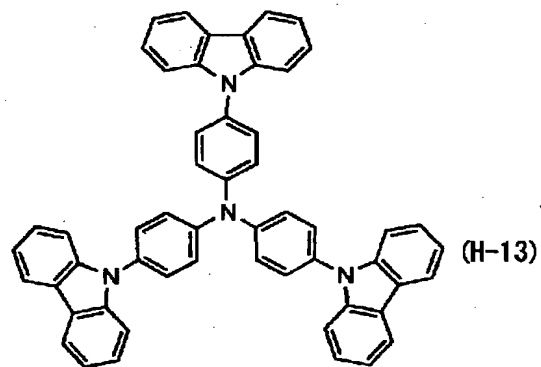
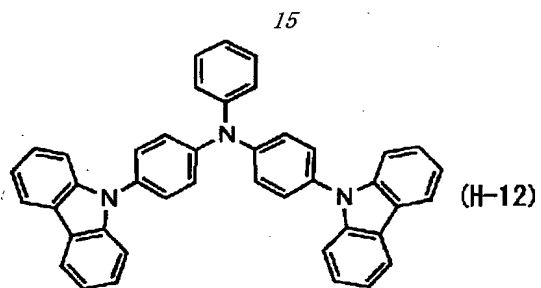
【化17】

(9)

16

【0050】

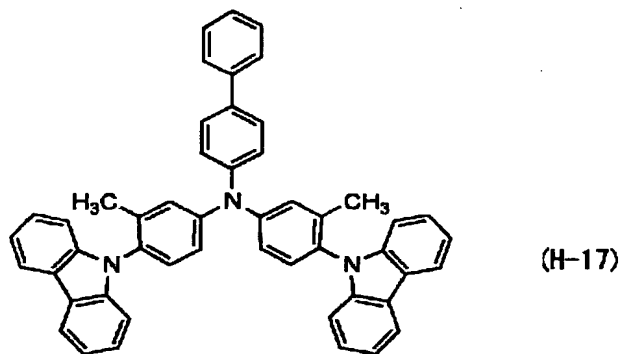
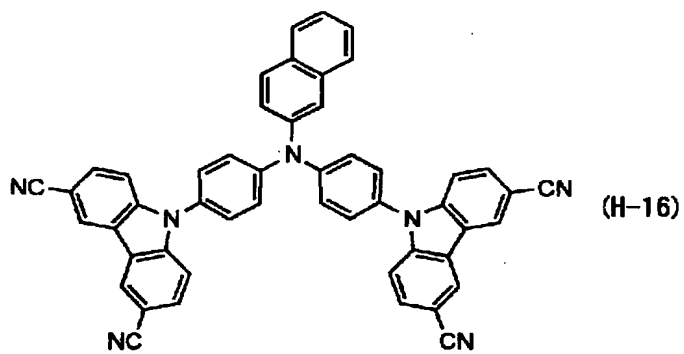
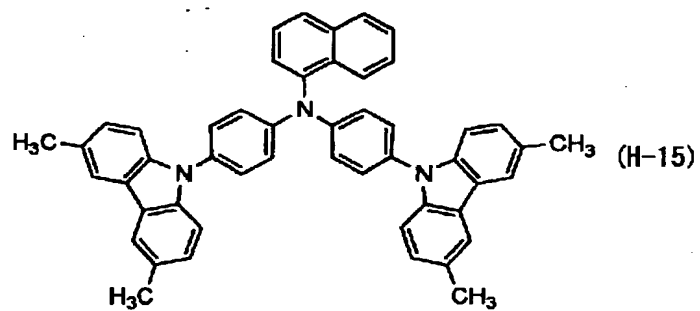
【化18】



(10)

17

18



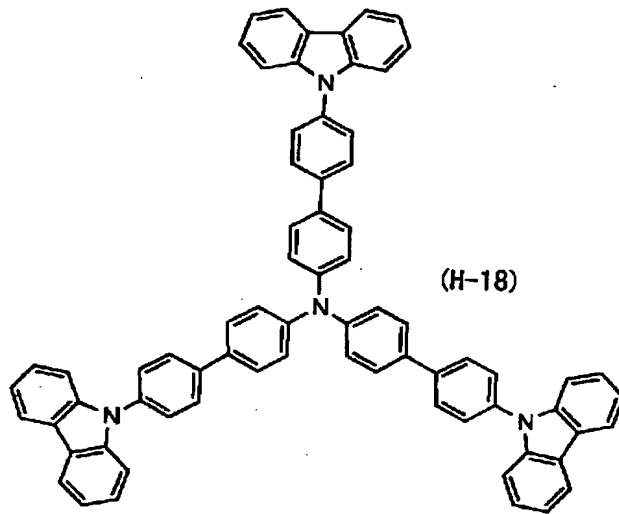
【0051】

【化19】

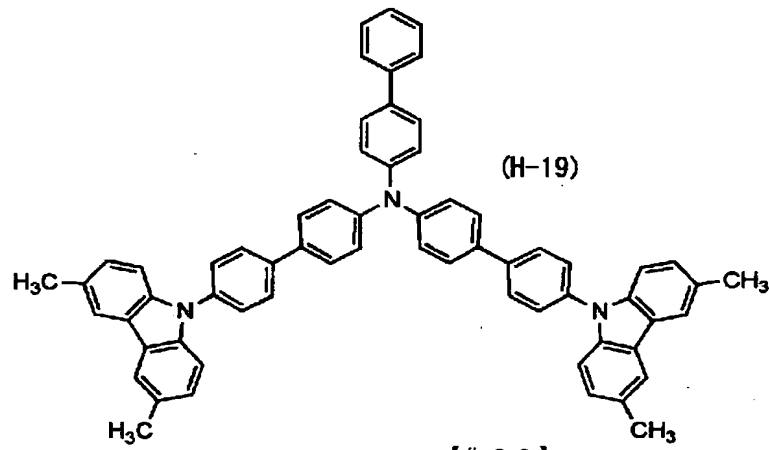
(11)

19

20



(H-18)

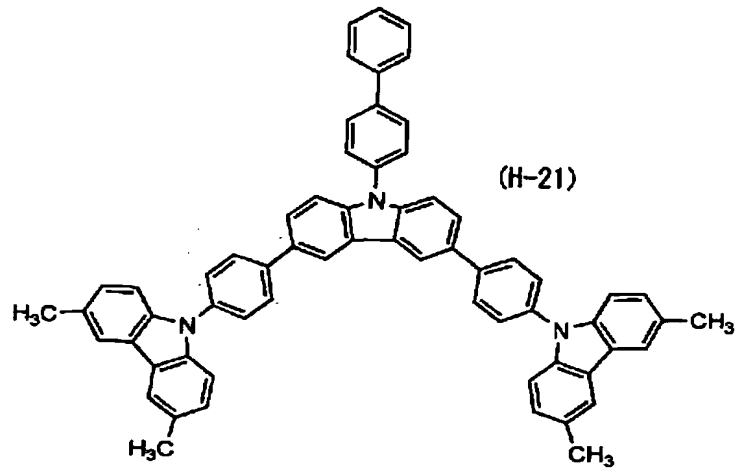
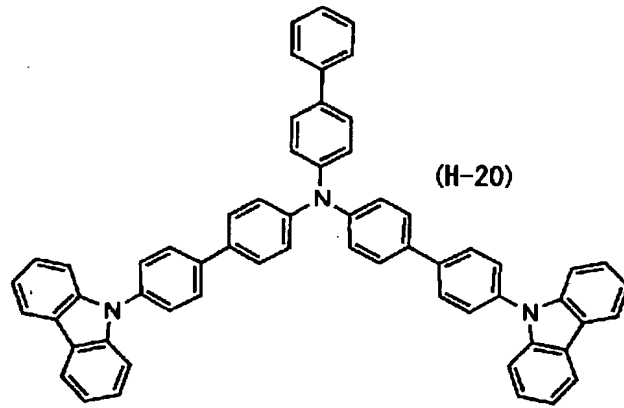


(H-19)

【0052】

【化20】

21 (12) 22



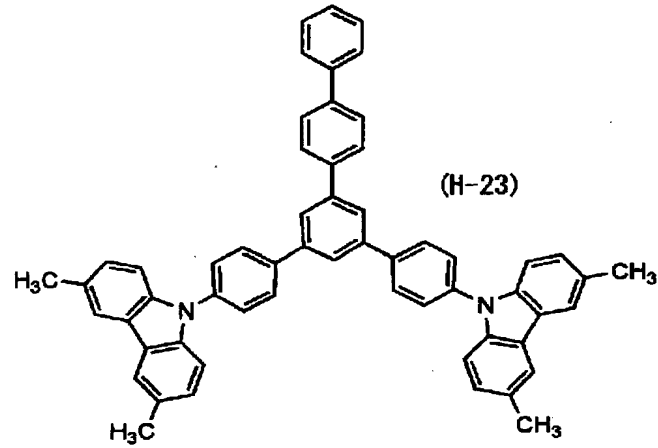
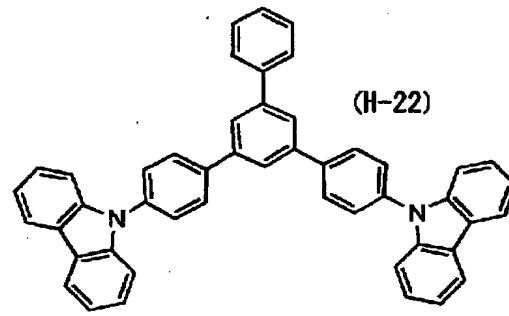
【0053】

【化21】

23

(13)

24



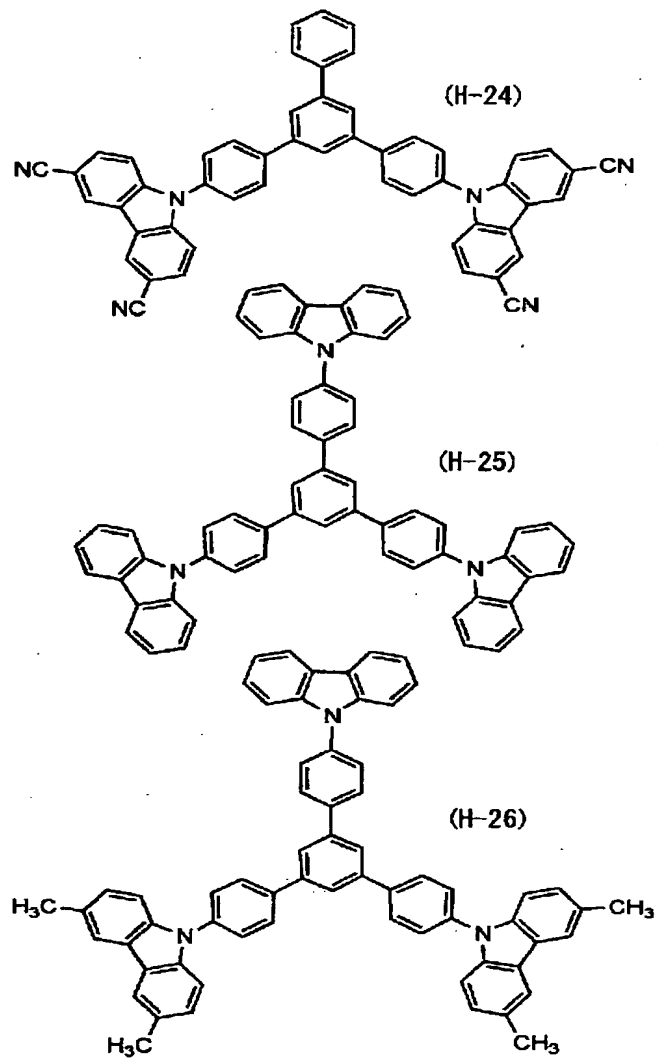
【0054】

【化22】

(14)

25

26



【0055】

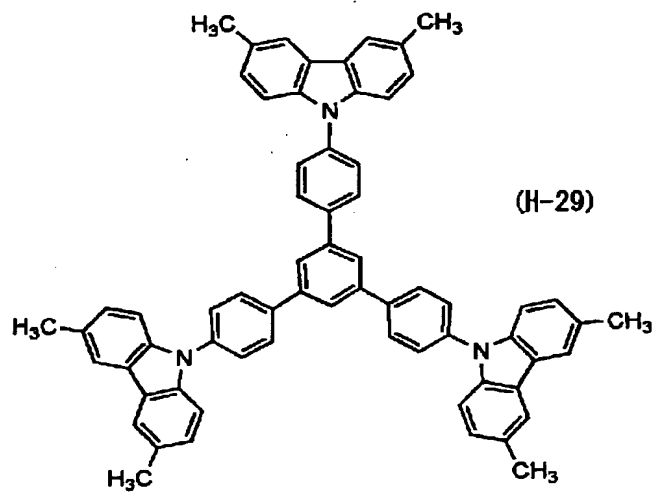
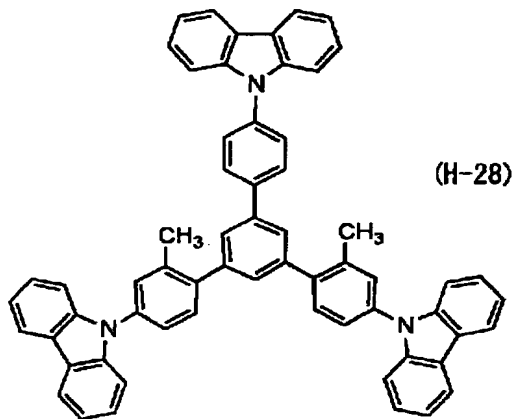
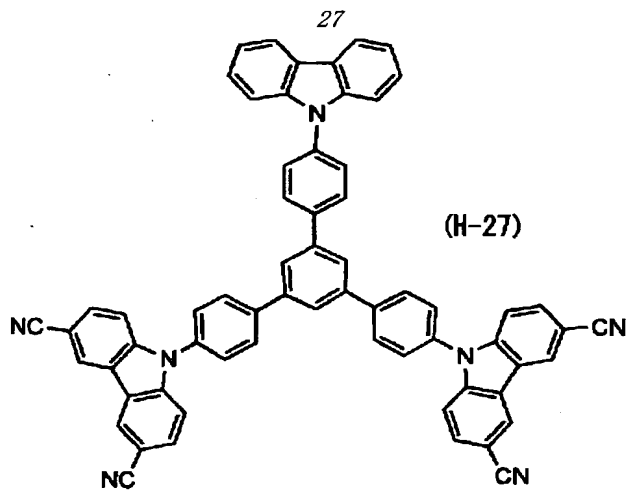
【化23】

(15)

28

【0056】

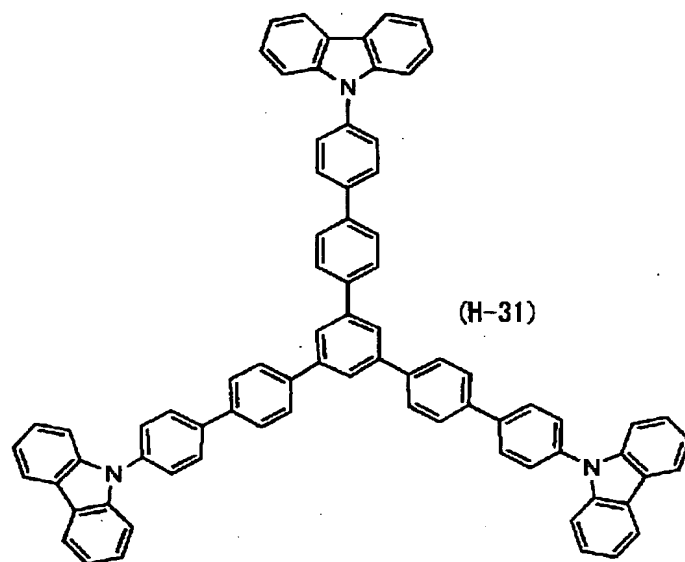
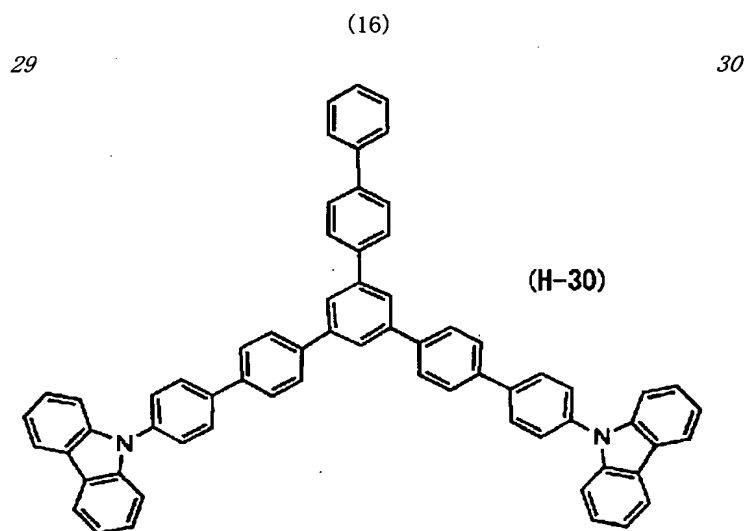
【化24】



【0057】

【化25】





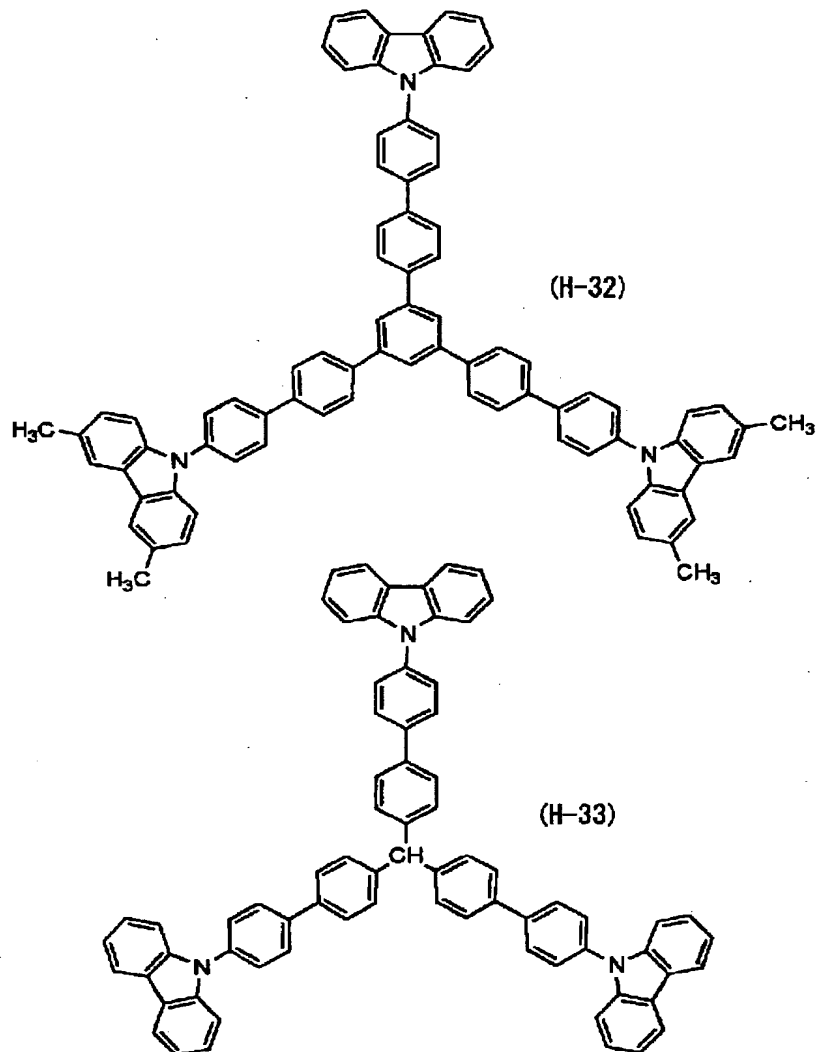
【0058】

【化26】

(17)

31

32



【0059】以下、本発明の有機電界発光素子の構造について、図面を参照しながら説明する。

【0060】図1～3は本発明の有機電界発光素子の実施の形態を模式的に示す断面図であり、1は基板、2は陽極、3は陽極バッファ層、4は正孔輸送層、5は発光層、6は正孔阻止層、7は電子輸送層、8は陰極を各々表わす。

【0061】基板1は有機電界発光素子の支持体となるものであり、石英やガラスの板、金属板や金属箔、プラスチックフィルムやシートなどが用いられる。特にガラス板や、ポリエステル、ポリメタクリレート、ポリカーボネート、ポリスルホンなどの透明な合成樹脂の板が好ましい。合成樹脂基板を使用する場合にはガスバリア性に留意する必要がある。基板のガスバリア性が小さすぎると、基板を通過した外気により有機電界発光素子が劣化することがあるので好ましくない。このため、合成樹脂基板の少なくとも片面に緻密なシリコン酸化膜等を設けてガスバリア性を確保する方法も好ましい方法の一つである。

【0062】基板1上には陽極2が設けられる。陽極2

は正孔輸送層4への正孔注入の役割を果たすものである。この陽極2は、通常、アルミニウム、金、銀、ニッケル、パラジウム、白金等の金属、インジウムおよび/またはスズの酸化物などの金属酸化物、ヨウ化銅などのハロゲン化金属、カーボンブラック、あるいは、ポリ(3-メチルチオフェン)、ポリピロール、ポリアニリン等の導電性高分子などにより構成される。陽極2の形成は通常、スパッタリング法、真空蒸着法などにより行われることが多い。また、銀などの金属微粒子、ヨウ化銅などの微粒子、カーボンブラック、導電性の金属酸化物微粒子、導電性高分子微粉末などを用いる場合には、適当なバインダー樹脂溶液に分散し、基板1上に塗布することにより陽極2を形成することもできる。さらに、導電性高分子の場合は、電解重合により直接基板1上に薄膜を形成したり、基板1上に導電性高分子を塗布して陽極2を形成することもできる (Appl. Phys. Lett., 60巻, 2711頁, 1992年)。

【0063】また、陽極2は異なる材料からなる層を積層して形成された積層構造であってもよい。

【0064】陽極2の厚みは、必要とする透明性により

40

50

(18)

33

異なる。透明性が必要とされる場合は、可視光の透過率を、通常、60%以上、好ましくは80%以上とすることが望ましく、この場合、厚みは、通常、5～1000nm、好ましくは10～500nm程度である。不透明でよい場合は陽極2の厚みは基板1と同程度でもよい。また、さらには上記の陽極2の上に異なる導電材料を積層することも可能である。

【0065】陽極2の上には正孔輸送層4が設けられる。正孔輸送層4の材料に要求される条件としては、陽極2からの正孔注入効率がよく、かつ、注入された正孔を効率よく輸送することができる材料であることが挙げられる。そのためには、イオン化ポテンシャルが小さく、可視光の光に対して透明性が高く、しかも正孔移動度が大きく、さらに安定性に優れ、トラップとなる不純物が製造時や使用時に発生しにくいことが要求される。また、発光層5に接するために発光層5からの発光を消光したり、発光層5との間でエキサイプレックスを形成して効率を低下させないことが求められる。上記の一般的要求以外に、車載表示用の応用を考えた場合、素子にはさらに耐熱性が要求されるため、 $T_g$ として85℃以上の値を有する材料が望ましい。

【0066】このような正孔輸送材料としては、例えば、4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニルで代表される2個以上の3級アミンを含み2個以上の縮合芳香族環が窒素原子に置換した芳香族ジアミン(特開平5-234681号公報)、4,4',4"-トリス(1-ナフチルフェニルアミノ)トリフェニルアミン等のスターバースト構造を有する芳香族アミン化合物(J. Lumin., 72-74巻、985頁、1997年)、トリフェニルアミンの四量体から成る芳香族アミン化合物(Chem. Commun., 2175頁、1996年)、2,2',7,7'-テトラキス-(ジフェニルアミノ)-9,9'-スピロビフルオレン等のスピロ化合物(Synth. Metals, 91巻、209頁、1997年)等が挙げられる。これらの化合物は、単独で用いてもよいし、必要に応じて、各々、混合して用いてもよい。

【0067】上記の化合物以外に、正孔輸送層4の材料として、ポリビニルカルバゾール、ポリビニルトリフェニルアミン(特開平7-53953号公報)、テトラフェニルベンジジンを含有するポリアリーレンエーテルサルホン(Polym. Adv. Tech., 7巻、33頁、1996年)等の高分子材料も挙げられる。

【0068】正孔輸送層4を塗布法で形成する場合は、正孔輸送材料の1種または2種以上に、必要により正孔のトラップにならないバインダー樹脂や塗布性改良剤などの添加剤を添加し、溶解して塗布溶液を調製し、スピンコート法などの方法により陽極2上に塗布し、乾燥して正孔輸送層4を形成する。バインダー樹脂としては、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリエステル等が挙げられる。バインダー樹脂は添加量が多いと正孔移動度を低下させるので、少ない方が望ましく、通常、正孔

34

輸送層4中の含有量で50重量%以下が好ましい。

【0069】正孔輸送層4を真空蒸着法で形成する場合には、正孔輸送材料を真空容器内に設置されたルツボに入れ、真空容器内を適当な真空ポンプで $10^{-4}$ Pa程度にまで排気した後、ルツボを加熱して、正孔輸送材料を蒸発させ、ルツボと向き合って置かれた、陽極2が形成された基板1上に正孔輸送層4を形成させる。

【0070】正孔輸送層4の膜厚は、通常、5～300nm、好ましくは10～100nmである。このように薄い膜を一様に形成するためには、一般に真空蒸着法がよく用いられる。

【0071】正孔輸送層4の上には発光層5が設けられる。発光層5は、電界を与えられた電極間において、陽極2から注入されて正孔輸送層4を移動する正孔と、陰極8から注入されて正孔阻止層6を移動する電子との再結合により励起されて強い発光を示す蛍光性化合物より形成される。

【0072】発光層5に用いられる蛍光性化合物としては、安定な薄膜形状を有し、固体状態で高い蛍光収率を示し、正孔および/または電子を効率よく輸送することができる化合物であることが必要である。さらに電気化学的かつ化学的に安定であり、トラップとなる不純物が製造時や使用時に発生しにくい化合物であることが要求される。

【0073】このような条件を満たす材料としては、8-ヒドロキシキノリンのアルミニウム錯体などの金属錯体(特開昭59-194393号公報)、10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリンの金属錯体(特開平6-322362号公報)、ビススチリルベンゼン誘導体(特開平1-245087号公報、同2-222484号公報)、ビススチリルアリーレン誘導体(特開平2-247278号公報)、(2-ヒドロキシフェニル)ベンゾチアゾールの金属錯体(特開平8-315983号公報)、シロール誘導体等が挙げられる。また、前述の正孔輸送層材料のうち、蛍光性を有する芳香族アミン系化合物も発光層材料として用いることができる。

【0074】これらの発光層材料は、通常は真空蒸着法により正孔輸送層上に積層されて発光層5が形成される。

【0075】発光層5の膜厚は、通常3～200nm、好ましくは5～100nmである。

【0076】発光層も正孔輸送層と同様の方法で形成することができるが、通常は真空蒸着法が用いられる。

【0077】素子の発光効率を向上させるとともに発光色を変える目的で、例えば、8-ヒドロキシキノリンのアルミニウム錯体をホスト材料として、クマリン等のレーザ用蛍光色素をドーピングすること(J. Appl. Phys., 65巻、3610頁、1989年)等が行われている。このドーピング手法は、発光層5にも適用することができ、この場合のドーピング用材料としては、クマリン以外にも各種の蛍光色素が使用できる。青色発光を与える蛍光色素として

(19)

35

は、ペリレン、ピレン、アントラセン、クマリンおよびそれらの誘導体等が挙げられる。緑色蛍光色素としては、キナクリドン誘導体、クマリン誘導体等が挙げられる。黄色蛍光色素としては、ルブレン、ペリミドン誘導体等が挙げられる。赤色蛍光色素としては、DCM系化合物、ベンゾピラン誘導体、ローダミン誘導体、ベンゾチオキサンテン誘導体、アザベンゾチオキサンテン等が挙げられる。

【0078】上記のドーブ用蛍光色素以外にも、ホスト材料に応じて、レーザー研究、8巻、694頁、803頁、958頁（1980年）；同9巻、85頁（1981年）、に列挙されている蛍光色素が発光層用のドーブ材料として使用することができる。

【0079】ホスト材料に対して上記蛍光色素がドーブされる量は、 $10^{-3}$ ～10重量%が好ましい。

【0080】上述の蛍光色素を発光層のホスト材料にドーブする方法を以下に説明する。

【0081】塗布法で発光層を形成する場合は、前記発光層ホスト材料と、ドーブ用蛍光色素、さらに必要により電子のトラップや発光の消光剤とならないバインダー樹脂や、レベリング剤等の塗布性改良剤などの添加剤を添加し、溶解した塗布溶液を調製し、スピコート法などの方法により正孔輸送層4上に塗布し、乾燥して発光層5を形成する。ここでバインダー樹脂としては、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリエステル等が挙げられる。バインダー樹脂は添加量が多いと正孔／電子移動度を低下させるので、少ない方が望ましく、発光層5中の含有量で50重量%以下が好ましい。

【0082】真空蒸着法で発光層を形成する場合には、前記ホスト材料を真空容器内に設置されたルツボに入れ、ドーブする蛍光色素を別のルツボに入れ、真空容器内を適当な真空ポンプで $10^{-4}$ Pa程度にまで排気した後、各々のルツボを同時に加熱して蒸発させ、ルツボと向かい合って置かれた基板の正孔輸送層4上に層を形成する。また、他の方法として、上記の材料を予め所定比で混合したものを同一のルツボに入れて蒸発させてもよい。

【0083】上記各ドーパントが発光層5中にドーブされる場合、通常は発光層5の膜厚方向において均一にドーブされるが、膜厚方向において濃度分布があっても構わない。例えば、正孔輸送層4との界面近傍にのみドーブしたり、逆に、正孔阻止層6との界面近傍にのみドーブしてもよい。

【0084】正孔阻止層6は発光層5の上に、発光層5の陰極側の界面に接するように積層される。正孔阻止層6は、正孔輸送層4から移動してくる正孔が陰極8に到達するのを阻止する役割と、陰極8から注入された電子を効率よく発光層5の方向に輸送することができる化合物より形成される。正孔阻止層6を構成する材料に求められる物性としては、電子移動度が高く正孔移動度が低

36

いことが必要とされる。正孔阻止層6は正孔と電子を発光層5内に閉じこめて、発光効率を向上させる機能を有し、そのために正孔阻止層6のイオン化ポテンシャルは、発光層5のイオン化ポテンシャルよりも0.1eV以上大きいことが望まれる。

【0085】本発明では正孔阻止層6の材料として、前記一般式（I）で表される化合物を用いるが、これらの化合物は正孔阻止層6中に、1種を単独で用いてもよく、また必要に応じて2種以上を混合して用いてもよい。正孔阻止層は、前記一般式（I）で表される化合物のみで構成されることが望ましいが、前記一般式（I）で表される化合物以外の物質を含有していてもよい。この場合、本発明の効果を確実に得る上で、正孔阻止層6中の前記一般式（I）で表される化合物の含有量が50重量%以上であることが好ましく、80重量%以上であることがより好ましく、実質的に一般式（I）で表される化合物のみから形成されている場合が最も好ましい。

【0086】正孔阻止層6の膜厚は、通常、0.3～100nm、好ましくは0.5～50nmである。

【0087】正孔阻止層6も正孔輸送層4と同様の方法で形成することができるが、通常は真空蒸着法が用いられる。

【0088】陰極8は、正孔阻止層6を介して発光層5に電子を注入する役割を果たす。陰極8として用いられる材料は、前記陽極2に使用される材料を用いることが可能であるが、効率よく電子注入を行なうには、仕事関数の低い金属が好ましく、スズ、マグネシウム、インジウム、カルシウム、アルミニウム、銀等の適当な金属またはそれらの合金が用いられる。具体例としては、マグネシウム－銀合金、マグネシウム－インジウム合金、アルミニウム－リチウム合金等の低仕事関数合金電極が挙げられる。

【0089】陰極8の膜厚は通常、陽極2と同様である。

【0090】低仕事関数金属から成る陰極を保護する目的で、この上にさらに、仕事関数が高く大気に対して安定な金属層を積層することは素子の安定性を増す上で好ましい。この目的のために、アルミニウム、銀、銅、ニッケル、クロム、金、白金等の金属が使われる。

【0091】素子の発光効率をさらに向上させることを目的として、図2に示す如く、正孔阻止層6と陰極8の間に電子輸送層7を設けることが考えられる。電子輸送層7は、電界を与えられた電極間において陰極8から注入された電子を効率よく正孔阻止層6の方向に輸送することができる化合物より形成される。

【0092】従って、電子輸送層7に用いられる電子輸送性化合物としては、陰極8からの電子注入効率が高く、かつ、高い電子移動度を有し注入された電子を効率よく輸送することができる化合物であることが必要である。

(20)

37

【0093】このような条件を満たす材料としては、8-ヒドロキシキノリンのアルミニウム錯体などの金属錯体（特開昭59-194393号公報）、10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリンの金属錯体、オキサジアゾール誘導体、ジスチリルビフェニル誘導体、シロール誘導体、3-または5-ヒドロキシフラボン金属錯体、ベンズオキサゾール金属錯体、ベンゾチアゾール金属錯体、トリスベンズイミダゾリルベンゼン（米国特許第 5,645,948号）、キノキサリン化合物（特開平6-207169号公報）、フェナントロリン誘導体（特開平5-331459号公報）、2-*t*-ブチル-9,10-*N,N'*-ジシアノアントラキノンジイミン、*n*型水素化非晶質炭化シリコン、*n*型硫化亜鉛、*n*型セレン化亜鉛などが挙げられる。

【0094】電子輸送層6の膜厚は、通常、5~200nm、好ましくは10~100 nmである。

【0095】電子輸送層7は、正孔輸送層4と同様に塗布法あるいは真空蒸着法により正孔輸送層6上に積層することにより形成される。通常は、真空蒸着法が用いられる。

【0096】また、正孔注入の効率をさらに向上させ、かつ、有機層全体の陽極2への付着力を改善させる目的で、図3に示す如く、正孔輸送層4と陽極2との間に陽極バッファ層3を挿入することも行われている。陽極バッファ層3を挿入することで、初期の素子の駆動電圧が下げると同時に、素子を定電流で連続駆動した時の電圧上昇も抑制される効果が得られる。陽極バッファ層3に用いられる材料に要求される条件としては、陽極2とのコンタクトがよく均一な薄膜が形成でき、熱的に安定、すなわち、融点およびガラス転移温度が高いことが挙げられ、融点としては300℃以上、ガラス転移温度としては100℃以上が好ましい。さらに、イオン化ポテンシャルが低く陽極2からの正孔注入が容易なこと、正孔移動度が大きいことが挙げられる。

【0097】この目的のために、これまでに銅フタロシアニン等のフタロシアニン化合物（特開昭63-295695号公報）、ポリアニリン（Appl. Phys. Lett., 64巻、1245頁、1994年）、ポリチオフェン（Optical Materials, 9巻、125頁、1998年）等の有機化合物や、スパッタ・カーボン膜（Synth. Met., 91巻、73頁、1997年）や、バナジウム酸化物、ルテニウム酸化物、モリブデン酸化物等の金属酸化物（J. Phys. D, 29巻、2750頁、1996年）が報告されている。

【0098】陽極バッファ層3も、正孔輸送層4と同様に薄膜形成可能であるが、無機物の場合には、さらに、スパッタ法や電子ビーム蒸着法、プラズマCVD法が用いられる。

【0099】以上の様にして形成される陽極バッファ層3の膜厚は、通常、3~100nm、好ましくは5~50nmである。

【0100】さらに、陰極8と発光層5または電子輸送

38

層7との界面にLiF、MgF<sub>2</sub>、Li<sub>2</sub>O等の極薄絶縁膜（膜厚0.1~5nm）を挿入することも、素子の効率を向上させる有効な方法である（Appl. Phys. Lett., 70巻、152頁、1997年；特開平10-74586号公報；IEEE Trans. Electron. Devices, 44巻、1245頁、1997年）。

【0101】なお、図1とは逆の構造、すなわち、基板上に陰極8、正孔阻止層6、発光層5、正孔輸送層4、陽極2の順に積層することも可能であり、既述したように少なくとも一方が透明性の高い2枚の基板の間に本発明の有機電界発光素子を設けることも可能である。同様に、図2および図3に示した前記各層構成とは逆の構造に積層することも可能である。更に、図1、図2および図3に示した各層以外にも、陽極または陰極と発光層との間に任意の層を有していてもよい。

【0102】本発明は、有機電界発光素子が、単一の素子、アレイ状に配置された構造からなる素子、陽極と陰極がX-Yマトリックス状に配置された構造のいずれにおいても適用することができる。

【0103】本発明の有機電界発光素子によれば、正孔阻止層に特定のN-フェニルカルバゾール骨格を有する化合物を含有させることにより、色純度が良好で駆動安定性においても大きく改善された高発光効率の素子が得られる。本発明によれば、特に、従来困難であった青色発光素子で安定性に優れた素子が得られることから、フルカラーあるいはマルチカラーのパネルへの応用において優れた性能を発揮できる。

【0104】

【実施例】次に、本発明を実施例によって更に具体的に説明するが、本発明はその要旨を超えない限り、以下の実施例の記載に限定されるものではない。

【0105】実施例1

図3に示す構造を有する有機電界発光素子を以下の方法で作製した。

【0106】ガラス基板1上にインジウム・スズ酸化物（ITO）透明導電膜を150nm堆積したもの（ジオマテック社製；電子ビーム成膜品；シート抵抗15Ω）を通常の写真リソグラフィ技術と塩酸エッチングを用いて2mm幅のストライプにパターニングして陽極2を形成した。パターン形成したITO基板を、アセトンによる超音波洗浄、純水による水洗、イソプロピルアルコールによる超音波洗浄の順で洗浄後、窒素ブローで乾燥させ、最後に紫外線オゾン洗浄を行って、真空蒸着装置内に設置した。上記装置の粗排気を油回転ポンプにより行った後、装置内の真空度が $2 \times 10^{-6}$ Torr（約 $2.7 \times 10^{-4}$ Pa）以下になるまで液体窒素トラップを備えた油拡散ポンプを用いて排気した。

【0107】次いで、上記装置内に配置されたモリブデンボートに入れた以下に示す銅フタロシアニン（結晶形はβ型）を加熱して、真空度 $1.7 \times 10^{-6}$ Torr（約 $2.3 \times 10^{-4}$ Pa）、蒸着速度0.14nm/秒で蒸着を行ない、膜厚10nm

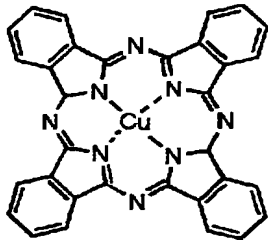
(21)

39

の陽極バッファ層 3 を形成した。

【0108】

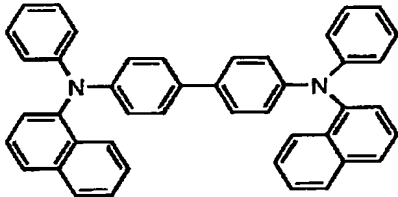
【化27】



【0109】次に、上記装置内に配置されたセラミックルツボに入れた、以下に示す、4,4'-ビス [N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ] ビフェニルをルツボの周囲のタantal線ヒーターで加熱して蒸着を行った。この時のルツボの温度は、245~260℃の範囲で制御した。蒸着時の真空度 $1.3 \times 10^{-6}$ Torr (約 $1.7 \times 10^{-4}$ Pa)、蒸着速度は0.24nm/秒で膜厚60nmの正孔輸送層 4 を形成した。

【0110】

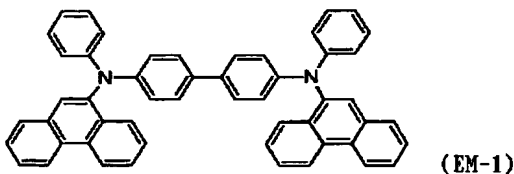
【化28】



【0111】引続き、発光層 5 の材料として、下記に示す構造式のトリフェニルアミン誘導体 (EM-1) と青色蛍光色素のクマリン誘導体 (DYE-1) とを上記正孔輸送層 4 の上に同様にして100:1の割合で共蒸着を行なった。この時のルツボの温度はそれぞれ275~295℃、193~198℃の範囲で制御した。蒸着時の真空度は $1.1 \times 10^{-6}$ Torr (約 $1.5 \times 10^{-4}$ Pa)、EM-1の蒸着速度は0.20nm/秒で、膜厚30nmの発光層 5 を形成した。理研計器製の大気下光電子分光装置 (AC-1) を用いて決定した、(EM-1) (発光層 5 のホスト化合物) のイオン化ポテンシャルは5.22 eVであった。以下、本願実施例中のイオン化ポテンシャルはいずれも同様に決定した値である。

【0112】

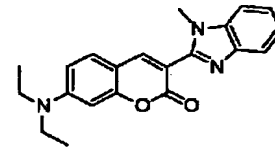
【化29】



【0113】

【化30】

40



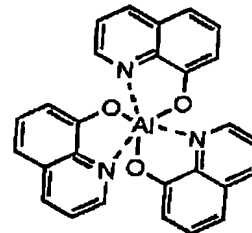
(DYE-1)

【0114】さらに、正孔阻止層 6 として例示化合物 (H-6) を蒸着速度0.12nm/秒で10nmの膜厚で積層した。蒸着時の真空度は $1.1 \times 10^{-6}$ Torr (約 $1.5 \times 10^{-4}$ Pa) であった。発光層 5 のホスト化合物と同様に決定した、例示化合物 (H-6) のイオン化ポテンシャルは5.96eVであった。

【0115】次いで、正孔阻止層 6 の上に、電子輸送層 7 として以下の構造式に示すアルミニウムの 8-ヒドロキシキノリン錯体、 $\text{Al}(\text{C}_9\text{H}_6\text{NO})_3$  を同様にして蒸着した。この時のアルミニウムの 8-ヒドロキシキノリン錯体のルツボ温度は295~305℃の範囲で制御し、蒸着時の真空度は $8.0 \times 10^{-7}$ Torr (約 $1.1 \times 10^{-4}$ Pa)、蒸着速度は0.24nm/秒で膜厚は35nmとした。

【0116】

【化31】



【0117】上記の正孔輸送層 4、発光層 5、正孔阻止層 6 および電子輸送層 7 を真空蒸着する時の基板温度は室温に保持した。

【0118】ここで、電子輸送層 7 までの蒸着を行った素子を一旦前記真空蒸着装置内より大気中に取り出して、陰極蒸着用のマスクとして 2mm幅のストライプ状シャドーマスクを、陽極 2 のITOストライプとは直交するように素子に密着させて、別の真空蒸着装置内に設置して有機層の形成時と同様に装置内の真空度が $2.2 \times 10^{-6}$ Torr (約 $3.0 \times 10^{-4}$ Pa) 以下になるまで排気した。

【0119】その後、陰極 8 として、先ず、フッ化リチウム (LiF) をモリブデンボートを用いて、蒸着速度0.04nm/秒、真空度 $4.1 \times 10^{-6}$ Torr (約 $5.5 \times 10^{-4}$ Pa) で、0.5nmの膜厚で電子輸送層 7 の上に成膜した。次に、アルミニウムを同様にモリブデンボートにより加熱して、蒸着速度0.41nm/秒、真空度 $9.0 \times 10^{-6}$ Torr (約 $1.2 \times 10^{-3}$ Pa) で膜厚100nmのアルミニウム層を形成して陰極 8 を完成させた。以上の2層型陰極 8 の蒸着時の基板温度は室温に保持した。

【0120】以上の様にして、2mm×2mm のサイズの発光面積部分を有する有機電界発光素子が得られた。この素子の発光特性を表 1 に示す。表 1 において、発光効率

(22)

41

は  $100\text{cd}/\text{m}^2$  の値、輝度／電流は輝度－電流密度特性の傾きを、電圧は  $100\text{cd}/\text{m}^2$  の値を各々示す。安定性は電流密度  $0.25\text{A}/\text{cm}^2$  でDC駆動したとき、初期輝度と60秒後の輝度の比率から評価した。輝度比（60秒後の輝度／初期輝度）が0.98以上を「優れる」、0.90以上0.98未満を「良好」、0.90未満を「劣る」とした。

【0121】素子の発光スペクトルの極大波長は  $473\text{nm}$  であり、蛍光色素（DYE-1）からのものと同定された。また、輝度劣化は殆どなく安定性に優れる。

#### 【0122】比較例1

正孔阻止層を設けず、電子輸送層の膜厚を  $45\text{nm}$  とした他は実施例1と同様に素子を作製した。この素子において、正孔阻止層6のかわりに発光層に接している電子輸送層7を形成している、 $\text{Al}(\text{C}_9\text{H}_6\text{NO})_3$  のイオン化ポテンシャルは  $5.41\text{eV}$  であった。この素子の発光特性を表1に示す。

【0123】素子の発光スペクトルの極大波長は  $514\text{nm}$  で目的とする青色発光は得られず、電子輸送層として用いたアルミニウムの8-ヒドロキシキノリン錯体からの緑色発光が観測された。

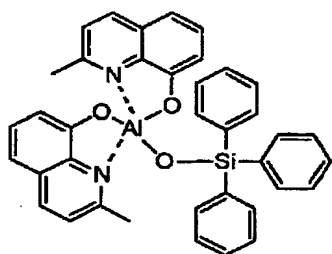
#### 【0124】比較例2

正孔阻止層として以下の構造式に示すシラノールアルミニウムの8-ヒドロキシキノリン錯体（イオン化ポテンシャル： $5.51\text{eV}$ ）を用いた他は実施例1と同様に素子を作製した。この素子の発光特性を表1に示す。

【0125】素子の発光スペクトルの極大波長は  $473\text{nm}$  で目的とする青色発光が得られたが、輝度劣化が大きく、駆動安定性に欠ける。

#### 【0126】

#### 【化32】



42

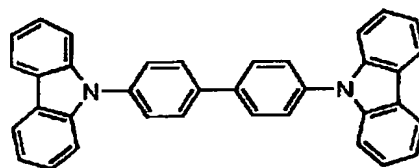
#### 【0127】比較例3

正孔阻止層として以下の構造式に示す4,4'-N,N'-ジカルバゾリルビフェニル（イオン化ポテンシャル： $5.93\text{eV}$ ）を用いた他は実施例1と同様に素子を作製した。この素子の発光特性を表1に示す。

【0128】素子の発光スペクトルの極大波長は  $524\text{nm}$  で目的とする青色発光は得られず、電子輸送層として用いたアルミニウムの8-ヒドロキシキノリン錯体からの緑色発光が観測された。

#### 10 【0129】

#### 【化33】



#### 【0130】実施例2

正孔阻止層として例示化合物（H-25）を用いた他は実施例1と同様に素子を作製した。この素子の発光特性を表1に示す。

【0131】素子の発光スペクトルの極大波長は  $471\text{nm}$  で目的とする青色発光が得られ、輝度劣化も少なく駆動安定性は良好であった。

#### 【0132】

#### 【表1】

30

	発光色	最大発光輝度 [cd/m <sup>2</sup> ] @0.25A/cm <sup>2</sup>	発光効率 [lm/W] @100cd/m <sup>2</sup>	輝度／電流 [cd/A]	電圧 [V] @100cd/m <sup>2</sup>	安定性
実施例1	緑青	4500	1.3	2.0	5.0	優れる
比較例1	黄緑	4900	1.2	2.1	5.4	良好
比較例2	緑青	4900	1.5	2.6	5.5	劣る
比較例3	黄緑	2900	0.8	1.4	5.1	良好
実施例2	緑青	3300	0.8	1.5	6.0	良好

#### 【0133】

50

【発明の効果】以上詳述した通り、本発明の有機電界発

(23)

43

光素子によれば、任意に選定された発光材料からの発光のみを得ることが可能であり、さらには駆動安定性に優れた発光が得ることができる。特に、従来困難であった青色発光素子の駆動安定性の改善が顕著である。

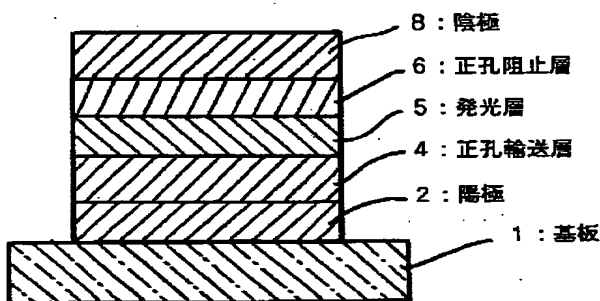
【0134】従って、本発明による有機電界発光素子はフラットパネル・ディスプレイ（例えばOAコンピュータ用や壁掛けテレビ）、車載表示素子、携帯電話表示や面発光体としての特徴を生かした光源（例えば、複写機的光源、液晶ディスプレイや計器類のバックライト光源）、表示板、標識灯への応用が考えられ、その技術的

価値は大きいものである。

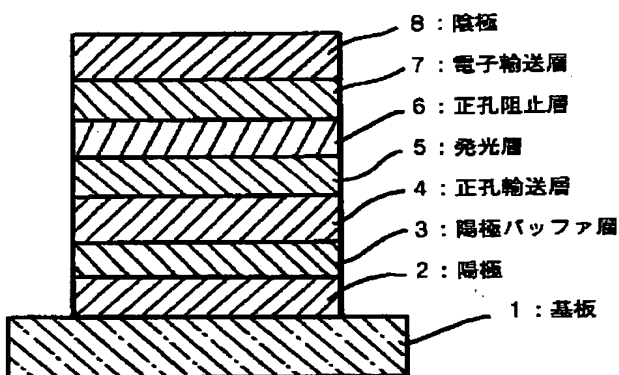
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の有機電界発光素子の実施の形態の一例を示した模式的断面図である。

【図1】



【図3】



44

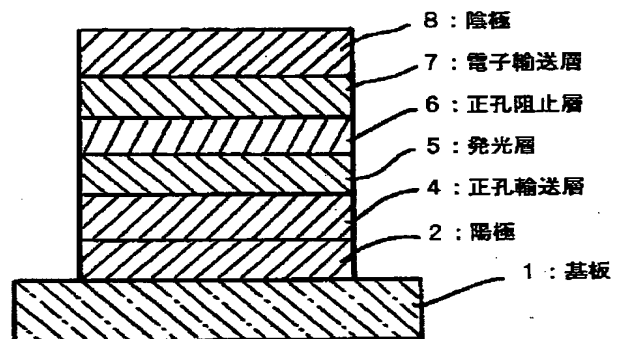
【図2】本発明の有機電界発光素子の実施の形態の別の例を示した模式的断面図である。

【図3】本発明の有機電界発光素子の実施の形態の別の例を示した模式的断面図である。

【符号の説明】

- 1 基板
- 2 陽極
- 3 陽極バッファ層
- 4 正孔輸送層
- 5 発光層
- 6 正孔阻止層
- 7 電子輸送層
- 8 陰極

【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 市野澤 晶子  
神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1000番地  
三菱化学株式会社内

Fターム(参考) 3K007 AB04 AB06 AB11 BA06 CA01  
CB01 DA01 DB03 EB00